紫胶虫雌成虫群体密度测算公式及其测算结果分析*

陈晓鸣 冯 颖

（中国林业科学研究院紫胶研究所）

摘 要

本文根据紫胶虫雌成虫在寄主植物上的群体结构特征，建立了其群体密度的新公式：

（1） $N=\frac{4}{\pi D^2}$， （2）$N=\frac{1}{D^2}$， （3）$\bar{N}=\frac{4+\pi}{2\pi D^2}$。

这些公式可以简单、迅速、准确地计算出紫胶虫雌成虫群体密度的置信区间和平均值。试验结果表明，运用这些公式计算紫胶虫雌成虫的群体密度比传统的测定方法，更为精确和简便。

关键词：紫胶虫雌成虫，群体密度，计算公式。

紫胶虫是一种重要的资源昆虫，它以雌成虫为主体泌胶，研究雌成虫群体密度对紫胶虫的生态学、生理学、数量遗传学和生产等方面都具有重要的意义。由于紫胶虫为胶被所覆盖，准确地测定其群体密度较为困难。长期以来，测算紫胶虫雌成虫群体密度都是沿用传统的“坐标纸法”和“纸重换算法”。这两种方法都需要绘制胶块样图，通过坐标纸或重量转换（用1 cm^2 的标准纸重换算）得出胶块图的面积，然后再根据胶块样的虫数算出群体密度。这两种方法不仅工序繁杂，费工费时，而且因自然胶块样极不规整，难以准确绘制胶块样图，加之求胶块样面积时人为误差较大，所以不易准确地反映出群体密度。

在研究中，根据紫胶虫雌成虫在寄主上的排布结构认为可建立以下公式：

$$(1)\ N=\frac{4}{\pi D^2},\qquad (2)\ N=\frac{1}{D^2},\qquad (3)\ \bar{N}=\frac{4+\pi}{2\pi D^2}.$$

〔N——雌成虫群体密度（头/cm^2），$\bar{N}$——雌成虫群体平均密度（头/cm^2），D——雌成虫体宽（cm），π——圆周率〕

利用这些公式，只需在解剖镜或低倍显微镜下用测微尺测出雌成虫体宽就能准确地计算出其群体密度的置信区间和平均值。

* 本文承张福海研究员审阅并提出宝贵意见，王绍云同志帮助绘图，谨此一并致谢！
本文1988年1月22日收到，同年5月3日修回。

一、公式产生的依据和推导

紫胶虫进入成虫期，雄虫交配后死亡，雌虫继续泌胶和完成生殖。此时雌成虫在寄主表面的排列结构一般为：口器刺入树皮，尾部抬起，整个虫体大致与寄主表面垂直，虫体间彼此紧密排列（如图1）。



图1.分布在寄主上的紫胶虫雌成虫群体
A.俯视 B.侧视
Fig. 1. The colony of female adult lac insect distributed on host.
A. Front view, B. Side view.

根据这种空间排布特征可知：雌成虫群体所占的面积实际上是其个体横断面积的总和，紫胶虫雌成虫的横断面积近似于圆（图1 A），所以只要根据其虫体宽（即横断面直径）计算出虫体横断面积，就能换算出每平方厘米单位面积上紫胶虫雌成虫的群体密度。综上所述，可建立公式（1）：

$$S=\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2,\qquad N=\frac{1}{S}=\frac{1}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2}=\frac{4}{\pi D^2} \tag{1}$$

（S——虫体横断面积）

（1）式描述了紫胶虫雌成虫群体中个体间无空隙的排列情况。在自然群体中，雌成虫个体间的排列有一定的间隙，考虑到这个因素，拟把虫体断面视为正方形，以虫体宽为边长，其面积大于虫体横断面积，把大于部分作为群体间隙处理，则可建立公式（2）：

$$N=\frac{1}{S}=\frac{1}{D^2} \tag{2}$$

（2）式虽然反映了群体中个体排列的间隙，但所反映的间隙可能较实际群体中个体排列间隙大。若把（1）和（2）式结合起来，以（1）描述群体密度的上限，公式（2）描述群体密度的下限，则在此间域内就能较真实地反映自然群体密度，其中值可视为实际群体密度的平均值。由此，可导出紫胶虫雌成虫群体密度的平均值公式：

$$\overline{N}=\frac{\frac{4}{\pi D^2}+\frac{1}{D^2}}{2}=\frac{4+\pi}{2\pi D^2} \tag{3}$$

二、公式法与传统方法测定结果之比较分析

为了比较新公式和传统的测定方法，我们用公式、“坐标纸法”和“纸重换算法”测定了本国紫胶虫（*Kerria lacca* Kerr）和孟加拉国信德紫胶虫（*Kerria sindica* Mahdihassan）雌成虫群体密度；同时，为了检验新公式的准确性，还精确地选整胶块样，尽量避免误差，用“坐标纸法”与公式所测的结果进行比较。

公式法采用测微尺在解剖镜或低倍显微镜下测量紫胶虫体宽，或可采用10倍的刻度放大镜测量。“坐标纸法”和“纸重换算法”按常规方法测定。

密度结果见表 1 。

表1.　　不同方法测定的紫胶虫雌成虫群体密度（头/cm²）

Table 1. The group density of female adult lac insect determined by different methods (body/cm²).

虫　种	取样方式	胶块样本数（个）	实测虫体数(头)	公式法			坐标纸法	纸重转换法	备　注
				$N=\frac{1}{D^2}$	$N=\frac{4}{\pi D^2}$	$\overline{N}=\frac{4+\pi}{2\pi D^2}$			
Kerria lacca（1987年夏代）	常规取样	1—10	300	20.20	25.56	22.88	26.28	23.53	成虫后期（孕卵5—6期）
		11—20	300	19.03	24.80	21.92	29.66	24.73	
		21—30	300	20.87	26.76	23.82	25.79	24.46	
		31—40	300	23.34	29.84	26.59	31.67	25.83	
		41—50	300	19.94	25.39	22.67	28.07	24.76	
		51—60	300	17.00	21.48	19.24	28.22	24.13	
		61—70	300	17.47	22.18	19.83	25.82	22.92	
		71—80	300	16.95	21.56	19.26	25.55	22.33	
		81—90	300	17.44	24.93	21.19	27.85	24.67	
		91—100	300	17.31	21.86	19.59	28.36	23.42	
		平均100	3000	19	24	22	28	24	
	精确取样	35	100	19	24	22	22		
Kerria lacca（1987年冬代）	精确取样	50	200	41	52	46	45		成虫初期（孕卵 1 期）
Kerria sindica（1985年夏代）	常规取样	60	1800	20	25	23		22	成虫后期（孕卵5—6期）

表 1 所示：“坐标纸法”和“纸重换算法”的常规取样结果都高于公式计算的结果。“纸重换算法”的结果接近于公式计算的上限值，“坐标纸法”的结果则偏高。在同一样本中，这两种传统方法测定的结果差异也较大。而采用精确取样、与公式法差异较大的“坐标纸法”，则与公式法的结果相近，说明公式法具有较高的准确性。在自然状况下，胶被呈现一定的弧度，形状不规整，断面向内偏斜，一般绘制的图都是向内偏

斜的图，所以所绘胶块样图都小于实际胶块面积，故“坐标纸法”和“纸重换算法”测定的群体密度都大于实际群体密度。实测的结果与以上分析是一致的。

用公式法测定紫胶虫雌成虫群体密度，避免了传统测定方法所产生的较大的人为误差，具有较高的准确性；而且公式法只需测出雌成虫体宽就能较准确地计算出群体密度的平均值和置信区间。以上试验结果表明，用公式法测定紫胶虫雌成虫的群体密度较传统的测定方法更为简便。

三、结　　语

本文根据紫胶虫雌成虫群体结构特征，建立了反映其群体密度的新公式。新公式首次引入数学的方法来测定紫胶虫雌成虫群体密度，取得了较好的效果。实践证明，运用这些公式可以简单、迅速、准确地测算出紫胶虫雌成虫群体密度。同时避免了传统测定方法的工序繁杂、人为误差大等缺点，为研究紫胶虫种群数量变化提供了一种较准确，方便的新方法。

参 考 文 献

中国科学院云南紫胶工作站，1959，紫胶虫及紫胶生产技术，云南人民出版社。
中国林科院紫胶研究所，1964，紫胶生产技术，农业出版社。

THE FORMULAS FOR DETERMINING GROUP DENSITY AND ITS ANALYSIS OF FEMALE ADULT LAC INSECT

Chen Xiaoming　Feng Ying

(Lac Research Institute, Chinese Academy of Forestry)

This paper established new formulas for determining group density of female adult lac insect based on its characteristics of group distribution on host:

(1) $N=\frac{4}{\pi D^2}$,　(2) $N=\frac{1}{D^2}$,　(3) $N=\frac{4+\pi}{2\pi D^2}$, those formulas can calculate the confidence interval and average value of group density of female adult lac insect. Test results has shown new those formulas ane more accurate, more simple and convenient than the traditional method for determining group density.

Key words: Female adult lac insect, Group density, Calculational formulas.